

**PENGEMBANGAN *INTERNET OF THINGS* PLATFORM
BERBASIS *WEB* MENGGUNAKAN METODE
OBJECT-ORIENTED ANALYSIS AND DESIGN (OOAD)**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada Departemen Ilmu Komputer/Informatika**

**Disusun Oleh :
Fauzanil Zaki
24010314140089**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2018

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzanil Zaki

NIM : 24010314140089

Judul : Pengembangan *Internet of Things Platform* Berbasis *Web* Menggunakan Metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 27 Agustus 2018



Fauzanil Zaki

24010314140089

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan *Internet of Things Platform* Berbasis *Web* Menggunakan Metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD)

Nama : Fauzanil Zaki

NIM : 24010314140089

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 8 Agustus 2018 dan dinyatakan lulus pada tanggal **8 Agustus 2018**.

Semarang, 27 Agustus 2018

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Komputer/ Informatika

ESM-UNIP



Dr. Rano Kusumaningrum, S.Si, M.Kom.

NIP. 198704262005012001

Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke.

Drs. Djalal Er Riyanto, M.IKom

NIP. 195412191980031003

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan *Internet of Things Platform* Berbasis *Web* Menggunakan Metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD)

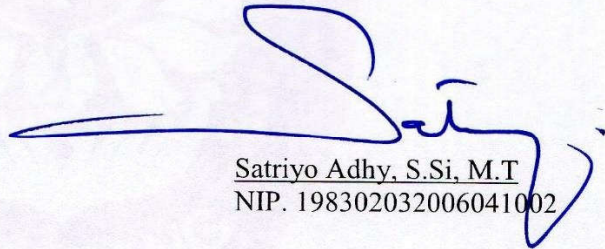
Nama : Fauzanil Zaki

NIM : 24010314140089

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 8 Agustus 2018.

Semarang, 27 Agustus 2018

Pembimbing



Satriyo Adhy, S.Si, M.T
NIP. 198302032006041002

ABSTRAK

Meluasnya *internet* dalam dua dekade terakhir ini membawa manfaat yang tak terhitung jumlahnya. Baru-baru ini, *Internet of Things* (IoT) yaitu perangkat pintar yang memiliki komponen fisik, komponen pintar dan konektifitas menjanjikan manfaat yang sama untuk objek sehari-hari. Jumlah perangkat IoT yang diperkirakan mencapai angka 31 miliar pada tahun 2020 di seluruh dunia menunjukkan potensi dan kebutuhan akan IoT *cloud platform*. Pada saat ini terdapat 49 IoT *cloud platform* untuk memenuhi berbagai kebutuhan yang dibutuhkan oleh kelompok pengguna tertentu dengan fitur yang dapat dikelompokkan menjadi sepuluh domain yaitu *research*, *application development*, *device management*, *system management*, *heterogeneity management*, *data management*, *analytics*, *deployment management*, *monitoring management* dan *visualization*. Pada pengembangan perangkat lunak, terdapat banyak paradigma yang dapat digunakan, salah satunya pengembangan perangkat lunak berorientasi objek. yang memungkinkan pengembang untuk ambil andil pada setiap fase pengembangan perangkat lunak, dan pelanggan dapat ambil andil pada tahap awal pengembangan, sehingga memudahkan pengembang untuk melakukan tugasnya. Salah satu metode pengembangan berbasis objek adalah *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD) yaitu sebuah metode pendekatan berbasis objek. Berdasarkan tren pertumbuhan dan potensi sektor IoT *cloud platform* muncul sebuah ide dan peluang untuk mengembangkan sebuah IoT platform yang ditujukan untuk berbagai kalangan. Fitur yang diimplementasikan pada IoT *platform* yang dikembangkan berfokus pada domain fitur yang populer dan banyak diimplementasi oleh *platform* IoT lainnya yaitu *monitoring management*, *device management*, *visualization* dan *analytics*, *data management* dan *deployment management*, fitur-fitur tersebut diimplementasi menjadi aplikasi berbasis *web* yang dikembangkan menggunakan arsitektur *microservice* dan metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD). Platform yang dikembangkan telah diuji menggunakan *load testing* untuk mengukur performa sistem saat akses dalam jumlah besar dengan parameter pengujian lima ratus *user* dengan *ramp-up period* sepuluh detik pada sembilan transaksi yang berbeda. Hasil pengujian *load* menunjukkan bahwa *platform* yang dibuat dapat memproses beban yang diberikan, dari sembilan transaksi yang diuji delapan *endpoint* berhasil melakukan transaksi dengan persentase keberhasilan 100%, dan satu *endpoint* memiliki persentase keberhasilan transaksi kurang dari 50%.

Kata Kunci: IoT Platform, Aplikasi Web, Microservice, OOAD, Load Testing

ABSTRACT

The spread of the internet in the last two decades brings countless benefits. Recently, the Internet of Things (IoT), a smart device that has physical components, smart components and connectivity, promises the same benefits for everyday objects. The number of IoT devices estimated to reach 31 billion by 2020 worldwide shows the potential and need for IoT cloud platforms. Today there are 49 IoT cloud platforms to meet various needs needed by certain user groups with features that can be grouped into ten domains, namely research, application development, device management, system management, heterogeneity management, data management, analytics, deployment management, monitoring management and visualization. In software development, there are many paradigms that can be used, one of which is object-oriented software development. which allows developers to take part in every phase of software development, and customers can take part in the early stages of development, making it easier for developers to do their work. One method of object-based development is Object-Oriented Analysis and Design (OOAD) which is an object-based approach method. Based on growth trends and IoT cloud platform sector potential emerged an idea and opportunity to develop an IoT platform aimed at various groups. Features that implemented on the platform focused on feature domains that are popular and widely implemented by other IoT platforms namely monitoring management, device management, visualization and analytics, data management and deployment management, these features are implemented into web-based applications developed using microservice architecture and Object-Oriented Analysis and Design (OOAD) methods. The developed platform has been tested using load testing to measure system performance when accessed in large amounts with five hundred user testing parameters, a ramp-up period of ten seconds and tested on nine different transactions. The load test results show that the platform could process the given load. From the nine transactions tested, eight endpoints have 100% transaction success rate, and one endpoint had a transaction success rate of less than 50%.

Keywords: IoT Platform, Web App, Microservice, OOAD, *Load Testing*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengembangan *Internet of Things Platform* Berbasis *Web* Menggunakan Metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD)”.

Dalam penyusunan laporan ini penulis mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Widowati, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer/ Informatika.
3. Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs., selaku Koordinator Skripsi.
4. Satriyo Adhy, S.Si, M.T, selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dalam penyampaian materi maupun isi dari materi tersebut. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca pada umumnya.

Semarang, 27 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
1.4. Ruang lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Framework</i>	5
2.2. Pemrograman Berbasis Objek.....	5
2.3. <i>Unified Modelling Language</i>	6
2.3.1. <i>Use Case Diagram</i>	7
2.3.2. <i>Activity Diagram</i>	9
2.3.3. <i>Communication Diagram</i>	10
2.3.4. <i>Class Diagram</i>	10
2.3.5. <i>Deployment Diagram</i>	11
2.3.6. <i>Sequence Diagram</i>	12
2.4. Visualisasi Data	13
2.5. <i>Object-Oriented Analysis and Design</i>	13

2.6. Arsitektur <i>Microservice</i>	14
2.7. Application Programming Interface	14
2.8. Bahasa Pemrograman Python	14
2.9. Bahasa Pemrograman JavaScript	14
2.10. Framework Vue.js	15
2.11. Vuetify Material Component Framework	15
2.12. Framework Django	15
2.13. Arsitektur <i>Serverless</i>	15
2.14. <i>Web Load Testing</i>	15
2.15. Apache Jmeter	17
2.16. <i>Cloud Computing</i>	17
2.17. Amazon Web Service	18
2.18. Amazon DynamoDB	18
2.19. AWS Lambda	18
2.20. Amazon Simple Storage Service	18
2.21. <i>Content Delivery Network</i>	19
2.22. Amazon Cloudfront	19
2.23. Amazon API Gateway	19
2.24. Zappa Serverless Python Framework	19
2.25. Representational State Transfer	19
2.26. Mailgun	20
2.27. Internet of Things	20
2.28. Sensor	20
2.29. DHT 22	20
2.30. DHT 11	21
2.31. BMP 180	21
2.32. Arduino	21
2.33. ESP8266	21
2.34. Basis Data MongoDB	21
2.36. Model Pemrograman <i>Asynchronous</i>	23
2.37. Model Pemrograman Pararel	23
2.38. <i>Black Box Testing</i>	23
2.39. Model MTV	24

2.40. JavaScript Object Notation	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Arsitektur Aplikasi.....	25
3.2. Fase pengembangan Aplikasi	28
BAB IV PEMBAHASAN	31
4.1. <i>Genesis</i>	31
4.1.1. Glosarium.....	31
4.2. <i>Requirement</i>	32
4.2.1. Deskripsi Umum Aplikasi	33
4.2.2. Daftar Aktor	33
4.2.3. Daftar <i>Use Case</i>	33
4.2.4. Detail <i>Use Case</i>	35
4.2.1. <i>Use Case Diagram</i>	55
4.2.1. <i>Activity Diagram</i>	55
4.2.2. Survei <i>Use Case</i>	60
4.2.3. Sketsa Antarmuka	62
4.3. <i>Analysis</i>	77
4.3.1. <i>Analysis Class Diagram</i>	77
4.3.2. <i>Communication Diagram</i>	80
35. Kelola Akun User	99
4.4. <i>Design</i>	99
4.4.1. <i>Deployment Diagram</i>	99
4.4.2. <i>Design Class Diagram</i>	100
4.4.3. <i>Sequence Diagram</i>	103
4.4.4. Skema Basis Data	131
4.5. Spesifikasi Kelas	139
4.6. Implementasi.....	139
4.6.1. <i>Source Code</i>	139
4.6.2. Implementasi Basis Data	140

4.6.3. Implementasi Antarmuka.....	147
4.7. <i>Testing</i>	165
4.7.1. <i>Testing Outline</i>	165
4.7.2. Laporan <i>Black Box Testing</i>	166
4.7.3. Laporan <i>Load Testing</i>	168
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	180
5.1. Kesimpulan	180
5.2. Saran	180
DAFTAR PUSTAKA.....	181

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Actor</i> (Arlow dan Neustadt, 2002).....	7
Gambar 2.2. <i>Use Case</i> (Arlow dan Neustadt, 2002)	7
Gambar 2.3. <i>System Boundary</i> (Arlow dan Neustadt, 2002).....	8
Gambar 2.4. <i>Use Case Detail</i> (Arlow dan Neustadt, 2002)	8
Gambar 2.5. <i>Activity Diagram</i> Dengan <i>Swimlane</i> (Arlow dan Neustadt, 2002).	10
Gambar 2.6. <i>Communication Diagram</i> (O’Docherty, 2005).....	10
Gambar 2.7. <i>Class Diagram Level Analysis</i> (O’Docherty, 2005).....	11
Gambar 2.8. <i>Deployment Diagram</i> (O’Docherty, 2005).....	12
Gambar 2.9. <i>Sequence Diagram</i> (O’Docherty, 2005).....	12
Gambar 2.10. Contoh Hasil <i>Load Test</i> dan Waktu <i>Respond</i> (Khan dan Amjad, 2016).....	17
Gambar 2.11. Model Dokumen Embedded Data (MongoDB, 2018b).....	22
Gambar 3.1. Arsitektur Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	26
Gambar 4.1. <i>Activity Diagram</i> Mendaftar Pada Sistem	56
Gambar 4.2. <i>Activity Diagram</i> Masuk Kedalam Sistem	57
Gambar 4.3. <i>Activity Diagram</i> Tambah Koneksi WiFi.....	58
Gambar 4.4. <i>Activity Diagram</i> Unduh <i>Source Code</i> Arduino Perangkat.....	59
Gambar 4.5. <i>Activity Diagram</i> Lihat Dashboard Perangkat.....	60
Gambar 4.6. Sketsa Antarmuka Halaman Registrasi	62
Gambar 4.7. Sketsa Antarmuka Halaman <i>Login</i>	63
Gambar 4.8. Sketsa Antarmuka Halaman <i>Reset Password</i>	63
Gambar 4.9. Sketsa Antarmuka <i>Toolbar</i>	64
Gambar 4.10. Sketsa Antarmuka Menu Utama.....	64
Gambar 4.11. Sketsa Antarmuka Halaman <i>Dashboard</i>	64
Gambar 4.12. Sketsa Antarmuka Tambah Grafik <i>Dashboard</i>	65
Gambar 4.13. Sketsa Antarmuka Notifikasi.....	65
Gambar 4.14. Sketsa Antarmuka Menu Profil	66
Gambar 4.15. Sketsa Antarmuka Halaman Profil	66
Gambar 4.16. Sketsa Antarmuka Halaman Kelola Koneksi WiFi	67
Gambar 4.17. Sketsa Antarmuka Tambah Koneksi WiFi	67
Gambar 4.18. Sketsa Antarmuka Halaman Ubah <i>Password</i>	68

Gambar 4.19. Sketsa Antarmuka Halaman Daftar Perangkat Saya	68
Gambar 4.20. Sketsa Antarmuka Halaman Detail Perangkat.....	69
Gambar 4.21. Sketsa Antarmuka Pin Perangkat.....	69
Gambar 4.22. Sketsa Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Penentuan Jenis Perangkat	70
Gambar 4.23. Sketsa Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Tambah Sensor	70
Gambar 4.24. Sketsa Antarmuka Tambah Sensor	71
Gambar 4.25. Sketsa Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Tentukan Lokasi Perangkat	71
Gambar 4.26. Sketsa Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Pilih Koneksi Perangkat	72
Gambar 4.27. Sketsa Antarmuka Halaman Daftar Data Yang Telah Diekspor	72
Gambar 4.28. Sketsa Antarmuka Halaman <i>Request</i> Ekspor Data Perangkat.....	73
Gambar 4.29. Sketsa Antarmuka Halaman Perangkat Yang Didukung.....	73
Gambar 4.30. Sketsa Antarmuka Tambah Perangkat Yang Didukung	74
Gambar 4.31. Sketsa Antarmuka Ubah Konfigurasi Perangkat Yang Didukung	74
Gambar 4.32. Sketsa Antarmuka Halaman Sensor Yang Didukung.....	75
Gambar 4.33. Sketsa Antarmuka Tambah Sensor Yang Didukung	75
Gambar 4.34. Sketsa Antarmuka Ubah Konfigurasi Sensor Yang Didukung.....	76
Gambar 4.35. Sketsa Antarmuka Daftar <i>User</i>	76
Gambar 4.36. Sketsa Antarmuka Ubah Akun <i>User</i>	77
Gambar 4.37. <i>Communication Diagram</i> Registrasi	80
Gambar 4.38. <i>Communication Diagram</i> Aktivasi Akun.....	81
Gambar 4.39. <i>Communication Diagram</i> Login	81
Gambar 4.40. <i>Communication Diagram</i> Reset Password.....	82
Gambar 4.41. <i>Communication Diagram</i> Lihat <i>Dashboard</i>	83
Gambar 4.42. <i>Communication Diagram</i> Tambah Grafik <i>Dashboard</i>	83
Gambar 4.43. <i>Communication Diagram</i> Hapus Grafik <i>Dashboard</i>	84
Gambar 4.44. <i>Communication Diagram</i> Lihat Notifikasi Perangkat.....	84
Gambar 4.45. <i>Communication Diagram</i> Picu Pengiriman <i>Email</i> Notifikasi Perangkat	85
Gambar 4.46. <i>Communication Diagram</i> Hapus Notifikasi Perangkat	86
Gambar 4.47. <i>Communication Diagram</i> Ubah Data Profil	86
Gambar 4.48. <i>Communication Diagram</i> Ubah Gambar Profil	87

Gambar 4.49. <i>Communication Diagram</i> Lihat Daftar Koneksi WiFi	87
Gambar 4.50. <i>Communication Diagram</i> Tambah Koneksi WiFi.....	88
Gambar 4.51. <i>Communication Diagram</i> Ubah Konfigurasi Koneksi WiFi.....	88
Gambar 4.52. <i>Communication Diagram</i> Hapus Koneksi WiFi	89
Gambar 4.53. <i>Communication Diagram</i> Ubah Password	89
Gambar 4.54. <i>Communication Diagram</i> Lihat Daftar dan Status Perangkat	90
Gambar 4.55. <i>Communication Diagram</i> Tambah Perangkat	90
Gambar 4.56. <i>Communication Diagram</i> Hapus Perangkat	91
Gambar 4.57. <i>Communication Diagram</i> Lihat Konfigurasi Pin Perangkat	91
Gambar 4.58. <i>Communication Diagram</i> Ubah Konfigurasi Perangkat.....	92
Gambar 4.59. <i>Communication Diagram</i> Unduh Source Code Arduino Perangkat.....	93
Gambar 4.60. <i>Communication Diagram</i> Ubah Detail Sensor Perangkat	93
Gambar 4.61. <i>Communication Diagram</i> Request Ekspor Data Perangkat.....	94
Gambar 4.62. <i>Communication Diagram</i> Lihat Daftar Ekspor Data Perangkat.....	94
Gambar 4.63. <i>Communication Diagram</i> Unduh Data Perangkat.....	95
Gambar 4.64. <i>Communication Diagram</i> Tambah Jenis Perangkat yang Didukung	95
Gambar 4.65. <i>Communication Diagram</i> Hapus Jenis Perangkat yang Didukung	96
Gambar 4.66. <i>Communication Diagram</i> Ubah Konfigurasi Jenis Perangkat yang Didukung	96
Gambar 4.67. <i>Communication Diagram</i> Tambah Jenis Sensor yang Didukung.....	97
Gambar 4.68. <i>Communication Diagram</i> Hapus Jenis Sensor yang Didukung	97
Gambar 4.69. <i>Communication Diagram</i> Ubah Konfigurasi Sensor yang Didukung.....	98
Gambar 4.70. <i>Communication Diagram</i> Kirim Data Perangkat	98
Gambar 4.71. <i>Communication Diagram</i> Kelola Akun User.....	99
Gambar 4.72. <i>Sequence Diagram</i> Registrasi.....	104
Gambar 4.73. <i>Sequence Diagram</i> Aktivasi Akun	105
Gambar 4.74. <i>Sequence Diagram</i> Login	106
Gambar 4.75. <i>Sequence Diagram</i> Reset Password	107
Gambar 4.76. <i>Sequence Diagram</i> Lihat Dashboard	107
Gambar 4.77. <i>Sequence Diagram</i> Tambah Grafik Dashboard	108
Gambar 4.78. <i>Sequence Diagram</i> Hapus Grafik Dashboard	109
Gambar 4.79. <i>Sequence Diagram</i> Lihat Notifikasi Perangkat	109
Gambar 4.80. <i>Sequence Diagram</i> Picu Pengiriman Email Notifikasi Perangkat.....	110

Gambar 4.81. <i>Sequence Diagram</i> Hapus Notifikasi Perangkat	111
Gambar 4.82. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Data Profil	112
Gambar 4.83. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Gambar Profil	112
Gambar 4.84. <i>Sequence Diagram</i> Lihat Daftar Koneksi WiFi	113
Gambar 4.85. <i>Sequence Diagram</i> Tambah Koneksi WiFi	114
Gambar 4.86. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Koneksi WiFi	115
Gambar 4.87. <i>Sequence Diagram</i> Hapus Koneksi WiFi	115
Gambar 4.88. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Password	116
Gambar 4.89. <i>Sequence Diagram</i> Lihat Daftar dan Status Perangkat.....	117
Gambar 4.90. <i>Sequence Diagram</i> Tambah Perangkat.....	118
Gambar 4.91. <i>Sequence Diagram</i> Hapus Perangkat.....	118
Gambar 4.92. <i>Sequence Diagram</i> Lihat Konfigurasi Pin Perangkat	119
Gambar 4.93. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Konfigurasi Perangkat	120
Gambar 4.94. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Detail Sensor Perangkat	121
Gambar 4.95. <i>Sequence Diagram</i> Request Ekspor Data Perangkat	122
Gambar 4.96. <i>Sequence Diagram</i> Lihat Daftar Ekspor Data Perangkat	122
Gambar 4.97. <i>Sequence Diagram</i> Unduh Data Perangkat	123
Gambar 4.98. <i>Sequence Diagram</i> Tambah Jenis Perangkat yang Didukung.....	124
Gambar 4.99. <i>Sequence Diagram</i> Hapus Jenis Perangkat yang Didukung.....	125
Gambar 4.100. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Konfigurasi Jenis Perangkat yang Didukung ..	126
Gambar 4.101. <i>Sequence Diagram</i> Tambah Jenis Sensor yang Didukung	127
Gambar 4.102. <i>Sequence Diagram</i> Hapus Jenis Sensor yang Didukung.....	128
Gambar 4.103. <i>Sequence Diagram</i> Ubah Konfigurasi Sensor yang Didukung	129
Gambar 4.104. <i>Sequence Diagram</i> Kirim Data Perangkat.....	130
Gambar 4.105. <i>Sequence Diagram</i> Kelola Akun User	131
Gambar 4.106. Struktur Koleksi Users.....	132
Gambar 4.107. Struktur Koleksi UsersProfile	132
Gambar 4.108. Struktur Koleksi DeviceDatas	132
Gambar 4.109. Struktur Data SensorDatas.....	132
Gambar 4.110. Struktur Koleksi DeviceNotificationLog.....	133
Gambar 4.111. Struktur Koleksi GampangTemplates.....	133
Gambar 4.112. Struktur Koleksi MasterSensorReferences	134
Gambar 4.113. Struktur Data SensorPinMappings	134

Gambar 4.114. Struktur Koleksi MasterSensors	134
Gambar 4.115. Struktur Koleksi SupportedBoards	135
Gambar 4.116. Struktur Data BoardPins	135
Gambar 4.117. Struktur Koleksi TLSFingerprint.....	135
Gambar 4.118. Struktur Koleksi UserDashboardChart.....	136
Gambar 4.119. Struktur Koleksi UserDevices	136
Gambar 4.120. Struktur Koleksi UserExportedXlsx	137
Gambar 4.121. Struktur Koleksi UserSensorMapping.....	137
Gambar 4.122. Struktur Data SensorPinMappings	137
Gambar 4.123. Struktur Koleksi UserSensors.....	138
Gambar 4.124. Struktur Koleksi UserWifiConnections.....	138
Gambar 4.125. Struktur Koleksi ForgotPassword.....	139
Gambar 4.126. Contoh Spesifikasi Kelas Aplikasi	139
Gambar 4.127. Implementasi Koleksi rumahiot_users	140
Gambar 4.128. Implementasi Koleksi rumahiot_users_profile.....	141
Gambar 4.129. Implementasi Koleksi rumahiot_device_datas	141
Gambar 4.130. Implementasi Koleksi rumahiot_device_notification_log.....	142
Gambar 4.131. Implementasi Koleksi rumahiot_gampang_templates.....	142
Gambar 4.132. Implementasi Koleksi rumahiot_master_sensor_references	143
Gambar 4.133. Implementasi Koleksi rumahiot_master_sensors	143
Gambar 4.134. Implementasi Koleksi rumahiot_supported_boards	144
Gambar 4.135. Implementasi Koleksi rumahiot_tls_fingerprint.....	144
Gambar 4.136. Implementasi Koleksi rumahiot_user_dashboard_chart	145
Gambar 4.137. Implementasi Koleksi rumahiot_user_devices	145
Gambar 4.138. Implementasi Koleksi rumahiot_user_exported_xlsx	145
Gambar 4.139. Implementasi Koleksi rumahiot_user_sensor_mappings	146
Gambar 4.140. Implementasi Koleksi rumahiot_user_sensors	146
Gambar 4.141. Implementasi Koleksi rumahiot_user_wifi_connections	147
Gambar 4.142. Implementasi Koleksi rumahiot_forgot_password.....	147
Gambar 4.143. Implementasi Antarmuka Halaman Registrasi	148
Gambar 4.144. Implementasi Antarmuka Halaman <i>Login User</i>	149
Gambar 4.145. Implementasi Antarmuka Halaman <i>Login Admin</i>	149
Gambar 4.146. Implementasi Antarmuka Halaman <i>Reset Password</i>	150

Gambar 4.147. Implementasi Antarmuka <i>Toolbar</i> Aplikasi <i>User</i>	150
Gambar 4.148. Implementasi Antarmuka <i>Toolbar</i> Aplikasi <i>Admin</i>	150
Gambar 4.149. Implementasi Antarmuka Menu Aplikasi <i>User</i>	151
Gambar 4.150. Implementasi Antarmuka Menu Aplikasi <i>Admin</i>	151
Gambar 4.151. Implementasi Antarmuka Halaman <i>Dashboard</i>	152
Gambar 4.152. Implementasi Antarmuka Tambah Grafik <i>Dashboard</i>	152
Gambar 4.153. Implementasi Antarmuka Notifikasi	153
Gambar 4.154. Implementasi Antarmuka Menu Profil	153
Gambar 4.155. Implementasi Antarmuka Halaman Profil.....	154
Gambar 4.156. Implementasi Antarmuka Halaman Kelola Koneksi WiFi.....	154
Gambar 4.157. Implementasi Antarmuka Tambah Koneksi WiFi.....	154
Gambar 4.158. Implementasi Antarmuka Halaman Ubah <i>Password</i>	155
Gambar 4.159. Implementasi Antarmuka Halaman Daftar Perangkat Saya	155
Gambar 4.160. Implementasi Antarmuka halaman Detail Perangkat	156
Gambar 4.161. Implementasi Antarmuka Halaman Daftar Perangkat Berdasarkan Lokasi	156
Gambar 4.162. Implementasi Antarmuka Pin Perangkat	157
Gambar 4.163. Implementasi Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Penentuan Jenis Perangkat	158
Gambar 4.164. Implementasi Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Tambah Sensor	158
Gambar 4.165. Implementasi Antarmuka Tambah Sensor.....	159
Gambar 4.166. Implementasi Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Tentukan Lokasi Perangkat	159
Gambar 4.167. Implementasi Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Tahap Pilih Koneksi Perangkat	160
Gambar 4.168. Implementasi Antarmuka Halaman Request Ekspor Data Perangkat	160
Gambar 4.169. Implementasi Antarmuka Halaman Daftar Data Perangkat Yang Telah Diekspor	161
Gambar 4.170. Implementasi Antarmuka Halaman Daftar Perangkat Yang Didukung ...	161
Gambar 4.171. Implementasi Antarmuka Halaman Tambah Perangkat Yang Didukung	162
Gambar 4.172. Implementasi Antarmuka Halaman Ubah Konfigurasi Perangkat Yang Didukung	162

Gambar 4.173. Implementasi Antarmuka Halaman Sensor Yang Didukung	163
Gambar 4.174. Implementasi Antarmuka Tambah Sensor Yang Didukung.....	163
Gambar 4.175. Implementasi Antarmuka Ubah Konfigurasi Sensor Yang Didukung	164
Gambar 4.176. Implementasi Antarmuka Daftar Akun <i>User</i>	164
Gambar 4.177. Implementasi Antarmuka Ubah Detail Akun <i>User</i>	165
Gambar 4.178. <i>Test Plan Load Testing</i> Aplikasi	169
Gambar 4.179. Grafik CPU dan IO Transaksi Unduh Source Code Arduino.....	170
Gambar 4.180. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Unduh <i>Source Code</i> Arduino.....	170
Gambar 4.181. Grafik CPU dan IO Transaksi Lihat Daftar Koneksi WiFi	171
Gambar 4.182. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Lihat Daftar Koneksi WiFi	171
Gambar 4.183. Grafik CPU dan IO Transaksi Lihat Daftar Grafik Dashboard Perangkat	172
Gambar 4.184. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Lihat Daftar Grafik <i>Dashboard</i> Perangkat.....	172
Gambar 4.185. Grafik CPU dan IO Transaksi Lihat Daftar dan Status Perangkat	173
Gambar 4.186. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Lihat Daftar dan Status Perangkat	173
Gambar 4.187. Grafik CPU dan IO Transaksi <i>Login</i>	174
Gambar 4.188. Grafik <i>Latency</i> Transaksi <i>Login</i>	174
Gambar 4.189. Grafik CPU dan IO Transaksi Daftar Data Perangkat yang Berhasil Diekspor	175
Gambar 4.190. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Daftar Data Perangkat yang Berhasil Diekspor	175
Gambar 4.191. Grafik CPU dan IO Lihat Daftar Notifikasi Perangkat	176
Gambar 4.192. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Lihat Daftar Notifikasi Perangkat	176
Gambar 4.193. Grafik CPU dan IO Transaksi Simpan Data Perangkat.....	177
Gambar 4.194. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Simpan Data Perangkat.....	177
Gambar 4.195. Grafik CPU dan IO Transaksi Statistik Data Perangkat (satu Tahun).....	178
Gambar 4.196. Grafik <i>Latency</i> Transaksi Statistik Data Perangkat (satu Tahun).....	178

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Artefak Ripple Berdasarkan Fasenya (O’Docherty, 2005)	13
Tabel 2.2. Tabel <i>Load Test</i> dan Waktu <i>Respond</i> (Khan dan Amjad, 2016).....	16
Tabel 3.1. Legenda Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	27
Tabel 4.1. Glosarium Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	32
Tabel 4.2. Daftar Aktor Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	33
Tabel 4.3. Daftar <i>Use Case</i> Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	34
Tabel 4.4. <i>Use Case</i> Registrasi	35
Tabel 4.5. <i>Use Case</i> Aktivasi Akun	36
Tabel 4.6. <i>Use Case</i> Login	36
Tabel 4.7. <i>Use Case</i> Reset Password	37
Tabel 4.8. <i>Use Case</i> Lihat <i>Dashboard</i>	38
Tabel 4.9. <i>Use Case</i> Tambah Grafik <i>Dashboard</i>	38
Tabel 4.10. <i>Use Case</i> Hapus Grafik <i>Dashboard</i>	39
Tabel 4.11. <i>Use Case</i> Lihat Notifikasi Perangkat	39
Tabel 4.12. <i>Use Case</i> Picu Pengiriman <i>Email</i> Notifikasi Perangkat.....	40
Tabel 4.13. <i>Use Case</i> Hapus Notifikasi Perangkat.....	40
Tabel 4.14. <i>Use Case</i> Ubah Data Profil.....	41
Tabel 4.15. <i>Use Case</i> Ubah Gambar Profil	41
Tabel 4.16. <i>Use Case</i> Lihat Daftar Koneksi WiFi.....	42
Tabel 4.17. <i>Use Case</i> Tambah Koneksi WiFi	42
Tabel 4.18. <i>Use Case</i> Ubah Konfigurasi Koneksi WiFi.....	43
Tabel 4.19. <i>Use Case</i> Hapus Koneksi WiFi	44
Tabel 4.20. <i>Use Case</i> Ubah Password	44
Tabel 4.21. <i>Use Case</i> Lihat Daftar dan Status Perangkat.....	45
Tabel 4.22. <i>Use Case</i> Tambah Perangkat.....	45
Tabel 4.23. <i>Use Case</i> Hapus Perangkat.....	46
Tabel 4.24. <i>Use Case</i> Lihat Konfigurasi Pin Perangkat	46
Tabel 4.25. <i>Use Case</i> Ubah Konfigurasi Perangkat	47
Tabel 4.26. <i>Use Case</i> Unduh <i>Source Code</i> Arduino Perangkat	48
Tabel 4.27. <i>Use Case</i> Ubah Detail Sensor Perangkat.....	48

Tabel 4.28. <i>Use Case Request Ekspor Data Perangkat</i>	49
Tabel 4.29. <i>Use Case Lihat Daftar Ekspor Data Perangkat</i>	49
Tabel 4.30. <i>Use Case Unduh Data Perangkat</i>	50
Tabel 4.31. <i>Use Case Tambah Jenis Perangkat yang Didukung</i>	50
Tabel 4.32. <i>Use Case Hapus Jenis Perangkat yang Didukung</i>	51
Tabel 4.33. <i>Use Case Ubah Konfigurasi Perangkat yang Didukung</i>	51
Tabel 4.34. <i>Use Case Tambah Jenis Sensor yang Didukung</i>	52
Tabel 4.35. <i>Use Case Hapus Jenis Sensor yang Didukung</i>	53
Tabel 4.36. <i>Use Case Ubah Konfigurasi Sensor yang Didukung</i>	53
Tabel 4.37. <i>Use Case Kirim Data Perangkat</i>	54
Tabel 4.38. <i>Use Case Kelola User</i>	54
Tabel 4.39. Tabel Operasi Kelas <i>Analysis Class Diagram</i>	78
Tabel 4.40. Tabel Operasi Kelas <i>Design Class Diagram</i>	100
Tabel 4.41. Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	167
Tabel 4.42. Hasil <i>Load Testing</i> Aplikasi	169

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Use Case Diagram</i> Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	187
Lampiran 2. <i>Class Diagram (Analysis)</i>	188
Lampiran 3. <i>Atribut Class Diagram (Analysis)</i>	189s
Lampiran 4. <i>Deployment Diagram</i>	190
Lampiran 5. <i>Class Diagram (Design)</i>	191
Lampiran 6. <i>Atribut Class Diagram (Design)</i>	192
Lampiran 7. <i>Sequence Diagram</i> Unduh <i>Source Code</i> <i>Arduino Perangkat</i>	193
Lampiran 8. <i>Potongan Source Code</i> Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	194
Lampiran 9. <i>Test Case Black Box Testing</i> Aplikasi <i>Internet of Things Platform</i> Berbasis <i>Web</i>	214

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta ruang lingkup dalam penyusunan laporan skripsi mengenai Pengembangan *Internet of Things Platform* Berbasis *Web* Menggunakan Metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD).

1.1. Latar Belakang Masalah

Meluasnya *Internet* dalam dua dekade terakhir ini membawa manfaat yang tak terhitung jumlahnya bagi warga dan organisasi di seluruh dunia. Manfaat terpenting dari *internet* dapat diperdebatkan, salah satunya adalah menggunakan serta menghasilkan data dan layanan secara *real time* (Talavera et al., 2017). Baru-baru ini, *Internet of Things* (IoT) menjanjikan manfaat yang sama untuk objek yang sehari-hari yang ada di sekitar kita, membuka jalan untuk memperluas persepsi yang ada dan kemampuan kita untuk memodifikasi lingkungan sekitar sesuai dengan yang kita inginkan. IoT merupakan perangkat pintar yang terhubung dan memiliki tiga elemen utama yaitu komponen fisik, komponen pintar (sensor, *microprocessor*, media penyimpanan, perangkat lunak, dan sistem operasi) dan konektivitas yang memungkinkan perangkat tersebut untuk terhubung (Michael E. Porter dan James E. Heppelmann, 2017). Jumlah perangkat IoT yang diperkirakan mencapai angka 31 miliar pada tahun 2020 di seluruh dunia menunjukkan potensi dan kebutuhan akan IoT *platform* (Statista, 2018), yaitu perangkat lunak pendukung yang menghubungkan berbagai hal pada sistem IoT (McClelland, 2017). Menurut profitbrick.com setidaknya terdapat 49 IoT *platform* yang ada pada saat ini untuk memenuhi berbagai keperluan yang dibutuhkan oleh kelompok pengguna tertentu seperti perusahaan, pemerintah, petani, layanan kesehatan, komunikasi, transportasi dan pabrikan (Toll, 2014). (Ray, 2016) melakukan survei dan mengelompokkan fitur IoT *cloud platform* kedalam sepuluh domain yaitu *research*, *application development*, *device management*, *system management*, *heterogenicity management*, *data management*, *analytics*, *deployment management*, *monitoring management* dan *visualization*.

Semua perangkat lunak, terutama yang diproduksi oleh banyak orang harus diproduksi menggunakan sebuah metodologi, yaitu langkah sistematis berupa proses yang berulang untuk melakukan sesuatu (O'Docherty, 2005). Pada pengembangan perangkat lunak terdapat beberapa fase yang umum dilakukan terlepas dari metodologi yang digunakan, yaitu *requirements*, *analysis*, *design*, spesifikasi, implementasi, pengujian, dan *deployment*. Versi objek dari fase-fase yang umum digunakan dapat digunakan pada metodologi berbasis objek yang ideal. Karena orientasi objek yang sangat mudah digunakan, pengembang dapat ambil andil pada setiap fase dan pelanggan dapat ambil andil dalam tahap awal pengembangan, sehingga memudahkan pengembang dalam melakukan tugasnya. Salah satu metode yang berbasis objek adalah *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD) yaitu sebuah metode pendekatan berbasis objek yang terdiri dari *Object-Oriented Analysis* (OOA) dan *Object-Oriented Design* (OOD). OOA Merupakan metode dari analisis yang memeriksa *requirements* dari perspektif kelas dan objek pada kosakata domain masalah. Kemudian analisis tersebut didekomposisi menjadi sebuah desain yang berorientasi objek dengan menggambarkan model fisik dan logis, disertai dengan desain sistem yang ada (Booch, Rumbaugh dan Jacobson, 2015)

Berdasarkan tren pertumbuhan dan potensi sektor IoT *cloud platform* muncul sebuah ide dan peluang untuk mengembangkan sebuah IoT *platform* berbasis *web* yang ditujukan untuk berbagai kalangan, baik yang berpengalaman dalam bidang IoT maupun amatir yang belum pernah berinteraksi dengan perangkat IoT. Fitur yang diimplementasikan terfokus pada domain fitur yang populer dan banyak diimplementasi oleh *platform* IoT lainnya, terdiri atas domain *monitoring management*, *device management*, *visualization*, *analytics*, *data management* dan *deployment management*. Aplikasi dikembangkan menggunakan arsitektur *microservice* yang memecah layanan-layanan yang ada menjadi beberapa layanan yang saling terintegrasi satu dan lainnya. Hal ini memungkinkan masing-masing layanan untuk dikerahkan dan dikonfigurasi tanpa mengganggu layanan lainnya (Tom Huston, 2018), sehingga aplikasi dapat melayani banyak klien secara simultan baik pengguna akhir yang mengakses data maupun perangkat IoT yang mengirimkan data. Untuk menjamin *end-to-end security* pada proses pengiriman data perangkat, data dikirimkan melalui protokol *transport layer security* (TLS). Semua fitur tersebut dikombinasikan dengan antarmuka yang sederhana dan intuitif yang kemudian dikembangkan menggunakan metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD) yang mengaplikasikan paradigma pengembangan berbasis objek, sesuai dengan teknik dan bahasa pemrograman yang akan digunakan.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana membuat aplikasi *internet of things platform* berbasis *web* yang dapat menampung data dan mengelola perangkat IoT yang dimiliki oleh pengguna menggunakan metode *Object-Oriented Analysis and Design*?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dari skripsi ini adalah mengetahui proses pembuatan dan menghasilkan aplikasi *internet of things platform* berbasis *web* yang dapat menampung data dan mengelola perangkat IoT yang dimiliki oleh pengguna menggunakan metode *Object-Oriented Analysis and Design*.

Manfaat skripsi ini adalah diperoleh Aplikasi *Internet of Things Platform* Berbasis *Web* menggunakan metode *Object-Oriented Analysis and Design*. Aplikasi ini diharapkan memudahkan pengguna yang ingin mengelola data dan perangkat IoT yang dimiliki. Aplikasi ini menjadi *platform* perangkat IoT yang dapat digunakan pengguna untuk mengelola data dan perangkat IoT yang dimiliki tanpa harus menulis kode satu baris pun, sehingga mudah untuk digunakan.

1.4. Ruang lingkup

Ruang lingkup dari aplikasi *internet of things platform* berbasis *web* adalah sebagai berikut:

1. Antarmuka yang disajikan kepada pengguna dibangun menggunakan bahasa pemrograman Javascript, HTML, dan CSS
2. *Back end* aplikasi dibangun menggunakan arsitektur *microservice* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python.
3. Pengembangan aplikasi menggunakan metode *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD).
4. Pengembangan dilakukan sampai dengan fase pengujian untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan sesuai dengan *requirement* yang ditetapkan pada fase *analysis*.
5. Perangkat IoT yang didukung yaitu modul Wemos D1 Mini dengan chip ESP8266 dari pabrikan Wemos, tiga buah sensor yang didukung yaitu DHT11, DHT22, dan BMP 180 (dukungan konfigurasi perangkat lunak).
6. Ekspor data perangkat hanya tersedia dalam format *spreadsheet* yang populer yaitu XLSX.

7. Layanan notifikasi diimplementasikan menggunakan jasa pihak ketiga yaitu Mailgun, sehingga tepatnya urutan penerimaan notifikasi perangkat tidak masuk kedalam ruang lingkup tugas akhir yang ditulis.
8. Metode pengujian yang digunakan adalah metode *black box* dan *load testing*.
9. Aspek fisik dan perangkat lunak dari perangkat IoT tidak akan dibahas lebih lanjut.
10. Data yang dikirimkan perangkat diamankan menggunakan protokol HTTPS, namun pada tugas akhir ini atribut-atribut keamanan lanjutan lainnya belum digunakan.